



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Degradación físico química aplicada a la cáscara de
Musa paradisiaca L. (banano) madura para obtener
jarabe glucosado mediante hidrólisis enzimática**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Hugo Ítalo ROMERO BONILLA

ASESOR

Oscar Rafael TINOCO GÓMEZ

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Romero, H. (2017). *Degradación físico química aplicada a la cáscara de Musa paradisiaca L. (banano) madura para obtener jarabe glucosado mediante hidrólisis enzimática*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

UNIDAD DE POSGRADO

«Año del buen servicio al ciudadano»

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

14(e)
126

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los dieciséis días del mes de febrero del 2017, siendo las 17.30 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 082/UPG-FIGMMG/2017 del 24 de enero de 2017, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«DEGRADACIÓN FÍSICO QUÍMICA APLICADA A LA CÁSCARA DE *Musa paradisiaca* L. (BANANO) MADURA PARA OBTENER JARABE GLUCOSADO MEDIANTE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA»

Que, presenta el **MG. HUGO ITALO ROMERO BONILLA**, para optar el **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.


El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 05320-FIGMMG-2013 del 17 de julio del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas de la Directiva para el procedimiento de la elaboración de la tesis para la obtención del Grado de Magister o Doctor (Aprobado por Resolución Directoral 080.EPG.2010).

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

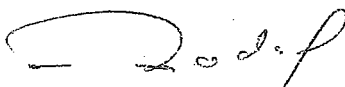
.....Bueno (15).....


Habiendo sido aprobada la sustentación de la tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** al **MG. HUGO ITALO ROMERO BONILLA**.


Siendo las 18.30 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. WALTER ESTEBAN BARRUTIA FEIJOO
Presidente


DR. JESUS ANGEL ALEJANDRO CHAVEZ MACHADO
Secretario


DR. RUBEN GILBERTO RODRIGUEZ FLORES
Miembro


DR. JORGE LUIS INCHE MITMA
Miembro


DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Asesor

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue comparar tres tipos de degradación físico química (pretratamientos: molienda; molienda + hidróxido de sodio al 1%, y molienda + proceso hidrotérmico) aplicados a cáscara de *musa paradisiaca* L. (banano) maduro (sustrato) y su efecto en la obtención de jarabe glucosado mediante hidrólisis enzimática. En primer lugar, se utilizó un reactor herméticamente cerrado para determinar el volumen de CO₂ que se deja de emitir en el área de estudio por el aprovechamiento de la cáscara de banano maduro mediante hidrólisis enzimática. Al mismo tiempo mediante cromatografía gaseosa se cuantificó la concentración de CO₂ producido por la cáscara. Para la segunda fase, se prepararon 27 medios de cultivos a diferentes relaciones P/V de cáscara de banano maduro/agua (40%, 50%, y 60%), factor A, sometidas a los tres pretratamientos antes señalados, factor B. La biomasa obtenida fue inoculada con conidias del hongo *Trichoderma reesei* en una concentración de 0,2; 0,4 y 0,6 g/L, factor C, dando un experimento factorial 3x3x3. Adicionalmente, se avaluó la variación de estos factores en el tiempo. Se midió la concentración de glucosa durante el tiempo de hidrólisis por 144 horas (6 días) a temperatura ambiente y pH 4,2 – 5. Los resultados muestran que, el volumen de CO₂ que se estaría dejando de emitir al ambiente del lugar de estudio por los residuos de cáscara de banano madura de la empresa debido a su aprovechamiento mediante hidrólisis enzimática es de 201,8 toneladas métricas CO₂/año (0.73 L CO₂ / Kg cáscara banano madura día) con una concentración de 99,97 % de pureza. Por otro lado, el tratamiento que produjo mayor concentración de glucosa, fue T18 (molienda más hidróxido de sodio-60% de cáscara de banano maduro-0.6 g/L de hongo) al cabo de seis días de hidrólisis enzimática, con 5,91 g/L de glucosa, seguido de 4,15 g/L de T27 (molienda más calentamiento-60% de cáscara de banano maduro-0.6 g/L de hongo) y 3,95 g/L de T9 (molienda - 60% de cáscara de banano maduro-0.6 g/L de hongo) obtenidos durante el mismo tiempo de experimentación.

Palabras clave: Hidrólisis enzimática, degradación físico química, jarabe glucosado, cáscara de banano maduro.

ABSTRACT

The aim of this research was to compare three physic chemical degraded types (grinding, grinding + sodium hydroxide + 1%, and grinding + hydrothermal process) applied to peel ripe bananas (substrate) and its effect on the production of glucose syrup by enzymatic hydrolysis. In the first phase of the investigation, a sealed reactor is used for determine the volume of CO₂ that is not emitted in the study area by the use of ripe banana peel by enzymatic hydrolysis. At the same time, the CO₂ concentration produced by the shell it was quantified by gas chromatography. For the second phase, twenty seven cultures were prepared in different concentrations peel ripe bananas (40%, 50 % and 60%), factor A, subject to the three afore mentioned pretreatments, factor B. The biomass obtained was inoculated with conidia of the fungus *Trichoderma reesei* in a concentration of 0.2 ; 0.4 and 0.6 g / L , factor C , giving a 3x3x3 factorial experiment . Additionally, variation in these factors in time (four factors) was valued. Six days (144 hours) hydrolysis at pH 4.2 – 5 was performed at room temperature. The glucose concentration in the hydrolyzate was measured using the DNS method (di nitrosalisilic acid) in a UV visible spectrophotometer at 540 nm. The results show that the volume of CO₂ that would be leaving to issue the atmosphere of the place of study by waste shell paradisiacal muse L. (banana) matures by Confoco SA company, due to its use by enzymatic hydrolysis it is 201.8 metric tons CO₂/ year (0.73 L CO₂ / kg peel ripe bananas day) with a concentration of 99,97 % purity. On the other hand, the treatment produced a higher concentration of glucose, was T18 (sodium hydroxide milling plus - 60% ripe banana peel - 0.6 g / L yeast) six days after enzymatic hydrolysis with 5.91 g / L glucose, followed by 4.15 g / L T27 (more heating - milling 60% of ripe banana peel - 0.6 g / L of yeast) and 3.95 g / L of T9 (60% shell grinding banana mature - 0.6 g / L of fungus) during the same time of experimentation.

Key words: enzymatic hydrolysis, physic chemical degraded, glucose syrup, ripe banana peel.